

깊이맵 획득을 위한 가시구조광 캘리브레이션

*양승준 **추현곤 ***차지훈 ****김진웅

한국전자통신연구원

*sijyang@etri.re.kr

Structured lights Calibration for Depth Map Acquisition System

*Seung-Jun Yang **Choo, Hyon-Gon ***Cha, Jihun ****Kim, Jinwoong

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

구조광을 이용하는 깊이 정보 획득 방법에서 코드화된 패턴의 색상 정보는 촬영된 영상으로부터 패턴을 해석하여 패턴의 위상 변화량으로부터 물체의 깊이 정보를 찾기 위함으로 구조광 패턴들이 대상에 정확하게 투영되는 것이 중요하다. 그러나 프로젝터의 특성에 따라 패턴의 RGB 채널들이 종종 좌표에서 어긋나는 현상이 발생하게 된다. 본 논문에서는 프로젝터의 특성에 따른 컬러 구조광의 캘리브레이션을 위한 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 시변화 가시구조광 시스템의 캘리브레이션 과정 중에서 투사된 영상으로부터 RGB 패턴 채널을 추출하고, 추출된 패턴으로부터 각 RGB 채널에 대한 히스토그램을 통하여 패턴 채널이 어느 방향으로 번져 나갔는지를 파악하여 원 패턴에 대한 재정렬을 수행한다. 본 논문의 실험결과에 따르면, 기존의 방법에 비해 간단한 방법으로 가시구조광 패턴에 대한 캘리브레이션을 수행할 수 있음을 보여준다.

1. 서론

3차원 비디오는 기존의 2차원 영상과 함께 깊이 정보를 이용하여 표현되기 때문에 사용자에게 넓은 시야각의 영상을 제공함으로써 영상의 현실감을 높여주게 된다. 이러한 깊이 정보를 획득하기 위해서 적외선이나 초음파를 이용하여 반사되는 시간을 측정하거나, 두 대의 카메라를 이용하는 스테레오 매칭 방법, 구조광을 이용하는 방법 등의 다양한 기법들이 발전되어 왔다[1-2]. 구조광을 이용한 깊이 정보 획득 방법은 프로젝터를 이용하여 특정한 패턴광을 연속적으로 투영하고 패턴광이 물체에 반사되는 장면을 카메라를 통해 획득한다. 이때 사용되는 패턴은 코드화의 기법 및 컬러의 사용 유무에 따라 결정된다. 깊이 정보는 촬영된 장면으로부터 패턴을 해석하여 패턴의 위상 변화량으로부터 물체의 깊이 정보를 추정하게 된다. 컬러를 사용하는 가시구조광을 이용한 깊이 정보 획득 시스템에서는 구조광 패턴들이 대상에 각각 정확하게 투영 되어야 정확하게 추출될 수가 있다. 그러나 프로젝터의 특성에 따라 패턴의 RGB 채널들이 인접 픽셀로 번져나감으로써 본래의 좌표에서 어긋나는 현상이 종종 발생하게 된다[3-5].

본 논문에서는 프로젝터의 특성에 따른 컬러 구조광의 캘리브레이션을 위한 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 시변화 가시구조광 시스템의 캘리브레이션 과정 중에서 투사된 영상으로부터 RGB 패턴 채널을 추출하고, 추출된 패턴으로부터 각 RGB 채널에 대한 히스토그램을 분석하여 패턴 채널이 어느 방향으로 번져 나갔는지를 파악한다. 그리고 획득된 정보들을 통하여 원 패턴에 대한 재정렬 과정을 수행함으

로써 프로젝터의 특성에 따른 패턴을 객체에 투영하여 정확한 패턴 색상 정보를 제공할 수 있다.

2. 깊이맵 획득을 위한 시변화 가시구조광

본 논문에서는 깊이맵 획득 시스템을 위한 가시구조광의 캘리브레이션 방법에 대해 기술한다. 먼저 시변화 가시구조광 시스템에 대해 간략히 소개한 후, 제안하는 컬러 패턴에 대한 캘리브레이션 방법에 대해 기술한다.

2.1 시변화 가시구조광 깊이 획득 시스템

시변화 가시구조광 깊이 획득 시스템은 그림 1과 같이 시간에 따라 변화하는 패턴 구조광을 물체에 투사하고 이 때의 영상을 촬영하여 물체의 영상 및 깊이 정보를 획득하는 시스템이다.

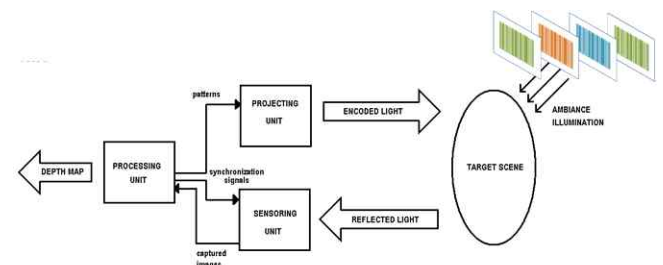


그림 1. 시변화 가시구조광 깊이 획득 시스템

전처리 과정에서 두 대의 카메라로부터 획득된 좌우 영상들의 셋이 입력되면, 카메라 캘리브레이션을 거쳐 나온 파라미터를 이용하여 좌우 영상에 대해 레티피케이션을 수행한다. 이후, 프로젝터를 이용하여 특정한 패턴광을 대상에 연속적으로 투영하고 좌우의 카메라는 패턴이 투영된 구조광 영역의 장면을 획득한다. 획득된 장면에서 패턴의 색상 정보를 분석하고, 분석된 색상 정보로부터 현재 위치의 패턴 정보를 추출하여 이를 바탕으로 깊이 정보를 추정하게 된다. 구현된 시스템에서는 그림 2와 같은 RGB 컬러를 이용한 1차원 de Bruijn 시퀀스가 사용되었다[3].

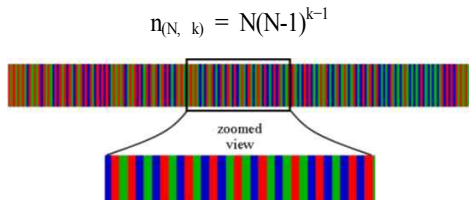


그림 2. de Bruijn 시퀀스

2.2 깊이맵 획득을 위한 구조광 캘리브레이션

R,G,B 세 가지 컬러를 이용한 가시구조광은 세 가지 색상이 중첩될 때 백색광이 만들어지는 원리를 이용한 것으로 초당 120Hz 이상으로 동작하게 되면 인간의 눈으로 볼 때는 마치 보조 조명과 같이 동작할 수 있다. 그러나 실제로 패턴을 프로젝터로 투영하게 되면 프로젝터의 고유 특성에 따라 특정 채널이 인접 픽셀로 번지는 현상이 발생하여 패턴의 경계영역에 오류가 있는 라인이 생성되게 되는데 이는 정확한 깊이 정보를 추출하는데 방해 요소가 된다.

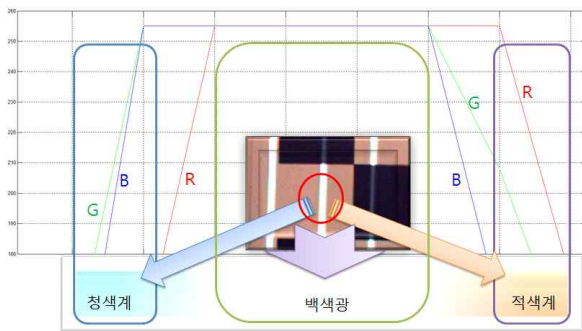


그림 3. 잘못 정렬된 컬러 채널의 히스토그램

일례로, 그림 3에서와 같이 패턴의 경계면에서 양쪽으로 색상이 번져 나온 경우, 해당 픽셀의 좌우의 RGB 채널의 히스토그램을 살펴보면 R 채널이 우측으로 1 픽셀만큼 밀려서 투영됨으로써 좌측 픽셀은 청색 계열이 우측 픽셀은 적색 계열의 색상이 백색광 주변에 경계를 이루고 있다. 이와 같은 방법으로, 구조광 영역의 장면 영상에서 패턴들의 경계 영역에서 RGB 채널이 어떠한 특성으로 퍼지는지를 통계적으로 살펴보고 이 특성에 따라 원 패턴을 재정렬하게 되면 프로젝터 특성에 따른 컬러 구조광의 캘리브레이션이 가능하다.

3. 실험 및 결과

실험을 위해 아래와 같은 스트라이프 패턴을 사용하였다. 이는 구현된 시스템이 1차원 시퀀스를 사용함에 따라 상하의 방향 특성은 고려치 않고 좌우의 특성만을 고려한다. 이때, 패턴은 다수의 픽셀을 사

용하여 수직 라인으로 구성함으로써 채널이 인접한 여러 픽셀에 번지거나, 좌우로 동시에 번지는 경우 등을 대비한다.



그림 4. 가시구조광 캘리브레이션

그림 4와 같이 프로젝터를 이용하여 RGB 채널을 프로젝터로 투영한 뒤 카메라를 통하여 패턴 영상을 획득한다. 획득된 패턴 영상으로부터 RGB 히스토그램의 통계적 분석을 통하여 평균적인 채널의 이동 방향을 결정하고, 이를 원 패턴에 적용하여 대상 채널의 제거나 이동 또는 픽셀 값의 감소 등의 다양한 방법을 사용하여 재정렬 과정을 수행할 수 있다. 아래의 그림 5는 제안된 방법을 사용하여 R 채널이 재정렬된 실험 결과를 보여준다.

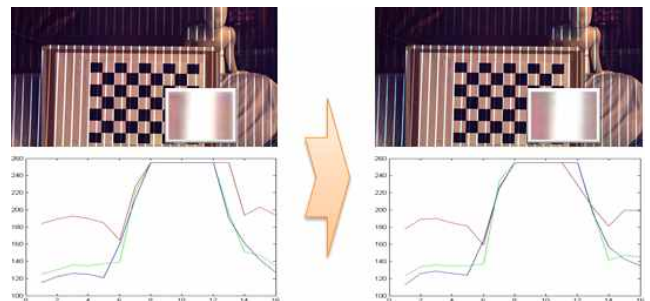


그림 5. 채널 캘리브레이션 결과

4. 결론

본 논문에서는 프로젝터의 특성에 따른 컬러 구조광의 캘리브레이션을 위한 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 전처리 과정에서 간단하게 수행함으로써 전체 시스템의 복잡도를 증가시키지 않고도 정렬된 가시구조광을 대상에 투영할 수 있음을 보여준다. 또한 가시구조광 시스템의 프로젝터 모델이 고정적으로 사용되고, 촬영 거리가 변동이 없이 사용되는 경우에 보다 효과적으로 사용될 것으로 기대된다.

Acknowledgment

본 연구는 지식경제부의 IT R&D 프로그램 (11Z11130, 3DTV 방송을 위한 Depth Map 획득 및 적용기술 개발)의 지원으로 진행되었습니다.

참고문헌

- [1] 호요성, 김성렬, 3DTV3차원 입체영상 정보처리, 2010.
- [2] 추창우 외, 3차원 복원 기술 동향, 전자통신동향분석, 22권, 4호, 2007.
- [3] Joaquim Salvi, Jordi pages, Tutorial on coded light projection techniques, <http://eia.udg.es/~gsalvi>.
- [4] Roger B. R., T. Kim, J. Kim, W. Kim, and N. Hur, "Structured light-based high-accuracy depth imaging applied for DIBR in multiview 3DTV," Proc. of SPIE Vol. 7524 (Stereoscopic Displays and Applications XXI), Jan 18-20, 2010, San jose, California, USA.
- [5] Zhang, L., Curless, B., Seitz, S.M., "Rapid Shape Acquisition Using Color Structured Light and Multi-pass Dynamic Programming", International Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission, pp 24-36, 2002.